

Coloured-field optical tomographic appts. for long-wave translucent objects for studying internal structures or composition

Patent number: FR2716727
Publication date: 1995-09-01
Inventor: JEROME GAILLARD-GROLEAS; JOSEPH COHEN-SABBAN; MICHEL AYRAUD; PIERRE-JEAN CREPIN
Applicant: AYRAUD MICHEL;; CREPIN PIERRE JEAN;; GAILLARD GROLEAS JEROME ANTOIN;; COHEN SABBAN JOSEPH (FR)
Classification:
- **International:** G02B21/00
- **European:** G02B21/00M4A
Application number: FR19940002489 19940225
Priority number(s): FR19940002489 19940225

Abstract of FR2716727

The internal structure or compsn. of the object in three dimensions is ascertained from a succession of monochromatic images in sectional planes (x, z) contg. the optical axis of a projection lens (25) with known axial chromatism. The section (26) is defined by the set of images of a slit (22) illuminated by a polychromatic source (20). A beam-splitter (24) reflects backscattered rays through a collimator (27) and spatial filtering slit (28) to an imaging spectrograph (29) whose image plane contains a photodetector matrix (30). An electronic controller (31) drives a display/recorder (34) and is linked to a synchroniser (33) of mechanical movements (32) of the object in the y direction.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 716 727

(21) N° d'enregistrement national :

94 02489

(51) Int Cl^e : G 02 B 21/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 25.02.94.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 01.09.95 Bulletin 95/35.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : COHEN - SABBAN Joseph — FR,
AYRAUD Michel — FR, CREPIN Pierre-Jean — FR et
GAILLARD - GROLEAS Jérôme — FR.

(72) Inventeur(s) : COHEN - SABBAN Joseph, AYRAUD
Michel, CREPIN Pierre-Jean et GAILLARD -
GROLEAS Jérôme.

(73) Titulaire(s) :

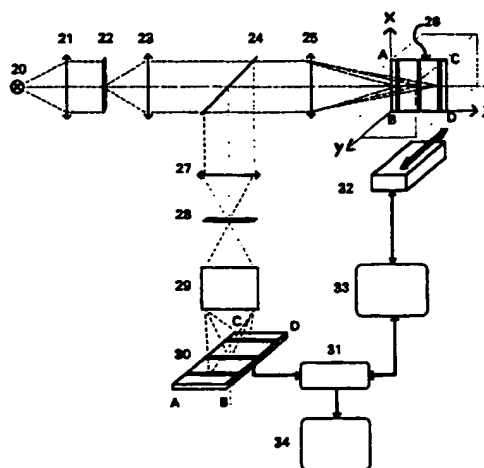
(74) Mandataire :

(54) Dispositif de tomographie optique en champ coloré.

(57) Le dispositif, fonctionnant sur le principe de la micro-
scopie confocale avec chromatisme axial contrôlé, permet
l'acquisition tridimensionnelle sans contact de la structure
interne d'objets, en réalisant l'acquisition successive d'ima-
ges instantanées de plans de coupe (x, z) parallèles entre
eux et parallèles à l'axe optique (axe z) du dispositif.

La voie d'éclairage comporte essentiellement une source
lumineuse polychromatique (20) éclairant une fente source
(22), et une optique (25) présentant un chromatisme axial
connu, et formant un ensemble d'images monochromati-
ques de la fente source (22) définissant un plan de coupe
(26) dans l'espace objet.

La même optique (25) utilisée en retour, associée à une
fente de filtrage spatial (28), à un dispositif de dispersion
chromatique angulaire (29) et à un détecteur photoélectri-
que bidimensionnel (30), permet de restituer en un instan-
tané l'image du plan de coupe (x, z) de l'objet sous exa-
men.



FR 2 716 727 - A1



La présente invention concerne un dispositif optoélectronique de tomographie optique en champ coloré destiné à l'acquisition, la visualisation et l'enregistrement d'images instantanées de plans de coupe (x, z) d'objets transparents ou translucides aux longueurs d'onde utilisées, afin d'en étudier la structure interne et/ou la composition.

- 5 Il est souvent nécessaire d'observer en un instantané un plan de coupe d'un objet, ou plus généralement d'examiner, en une série d'instantanés correspondant à une succession de plans de coupe, le volume entier d'objets transparents ou translucides afin d'en caractériser la structure interne et/ou la composition.

Les principales exigences d'une telle observation sont :

- 10
- qu'elle puisse être réalisée sur des objets mous ou fragiles n'autorisant aucun contact,
 - qu'elle soit non invasive en ce sens qu'elle ne modifie en rien, ni temporairement ni définitivement, le milieu examiné,
 - qu'elle soit non destructive,
 - que la qualité des images acquises et l'exactitude des mesures soient compatibles avec les
- 15
- exigences de l'application considérée,
 - qu'elle ne nécessite aucune préparation particulière,
 - qu'elle soit réalisée en temps réel.

L'analyse de l'état de l'art en matière d'observation volumique d'objets met en évidence l'existence de quatre procédés basés sur quatre principes physiques différents, à savoir :

- 20
- * la microscopie optique "conventionnelle" d'échantillons prédécoupés de l'objet à examiner,
 - * la microscopie électronique à balayage d'échantillons prédécoupés et spécialement traités pour ce type d'examen,
 - * la microscopie confocale à balayage pour l'observation de plans de coupe
- 25
- perpendiculaires à l'axe optique du système, l'examen d'un volume étant réalisé par acquisitions successives de plans de coupe parallèles entre eux et correspondant à des profondeurs z distinctes,
 - * l'échographie ultrasonore, seule d'entre elles à permettre l'observation non invasive d'un plan de coupe parallèle à la direction de propagation de l'onde d'excitation.
- 30
- Ces quatre technologies ne satisfont pas à l'ensemble des exigences énumérées ci-dessus. Les microscopies optique et électronique imposent de détruire l'échantillon, la microscopie confocale à balayage ne permet pas l'observation simultanée et instantanée de structures internes situées à des profondeurs distinctes, enfin, l'échographie ultrasonore n'offre pas une résolution et une précision de mesure qui soient compatibles avec les besoins de
- 35
- nombreuses applications.

La présente invention de tomographie optique en champ coloré satisfait à l'ensemble des exigences énumérées ci-dessus. Il s'agit bien d'une méthode non invasive et non destructive, ne nécessitant aucune préparation particulière de l'objet, et qui permet d'acquérir en un instantané et de visualiser en temps réel l'image d'une coupe

40

perpendiculaire à l'objet avec une résolution microscopique.

La présente invention a pour objet un dispositif optoélectronique de tomographie optique en champ coloré destiné à l'acquisition, la visualisation et l'enregistrement d'images instantanées de plans de coupe (x, z) d'objets transparents ou translucides aux longueurs d'ondes utilisées, afin d'en étudier la structure interne et/ou la composition, et caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 * Une voie d'éclairage permettant d'illuminer l'objet sous examen selon un plan de coupe et constituée :
 - 10 . d'un bloc source incluant une source lumineuse polychromatique éclairant une fente source placée au foyer d'un collimateur,
 - 10 . d'un objectif de projection présentant un chromatisme axial connu et formant un ensemble d'images monochromatiques de la fente source, caractérisées en ce qu'elles sont situées dans un plan définissant une coupe tomographique optique dans l'espace de mesure, chaque image de la fente étant définie par sa longueur d'onde et sa distance de focalisation par rapport à l'optique.
- 15 * Une voie d'observation permettant de recueillir le flux rétrodiffusé par les détails (variations locales d'indices de réfraction et d'absorption) internes de l'objet et constituée :
 - 20 . du même objectif de projection dont le chromatisme axial est connu, utilisé ici en retour inverse de la lumière, et formant à l'infini une image polychromatique commune de l'ensemble des images monochromatiques de la voie d'éclairage,
 - 20 . d'une lame séparatrice permettant de dissocier la voie d'observation de la voie d'éclairage,
 - 20 . d'un collimateur reprenant l'image polychromatique à l'infini pour la focaliser sur une fente de filtrage spatial,
- 25 * Un sous-ensemble de dispersion chromatique angulaire associé à un détecteur photoélectrique matriciel bidimensionnel et à son électronique de pilotage permettant de restituer une image en coupe de l'objet sous examen.
- 30 * Des moyens mécaniques de translation de l'objet sous examen selon une direction (y) perpendiculaire au plan de coupe, associés à leur système électronique de pilotage et de synchronisation, permettant d'observer successivement l'ensemble des plans de coupe parallèles entre eux nécessaires à l'examen 3D volumique de l'objet.
- 30 * Des moyens électroniques et informatiques d'enregistrement, de traitement et de visualisation des images instantanées acquises.
- 35 Des modes de réalisation préférés du dispositif optoélectronique de tomographie optique en champ coloré objet de l'invention sont décrits ci-après à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :
 - 35 . la figure 1 représente un mode de réalisation du dispositif selon l'invention,
 - 35 . la figure 2 représente une reconstitution tridimensionnelle d'objet par juxtaposition de plans de coupe successifs parallèles entre eux.

Le dispositif représenté figure 1 fonctionne de la façon décrite ci-après :

- * La source lumineuse (20) polychromatique et à spectre continu éclaire, au moyen d'une optique de focalisation (21), la fente source (22).
- 5 * Une optique de collimation (23) forme une image à l'infini de la fente source (22) située en son foyer objet.
- * Le faisceau collimaté traverse une lame séparatrice (24) qui servira à replier les pinceaux lumineux rétrodiffusés par l'objet, et ainsi à les dissocier de ceux de la voie d'éclairage.
- 10 * Un objectif de projection (25) présentant un chromatisme axial connu forme un ensemble d'images monochromatiques de la fente source, caractérisées en ce qu'elles sont situées dans un plan (x, z) contenant l'axe optique de l'objectif de projection (25) et définissant une coupe tomographique optique (26) dans l'espace de mesure, chaque image de la fente étant définie par sa longueur d'onde et sa distance de focalisation par rapport à l'objectif de projection (25).
- 15 * Le même objectif de projection (25), utilisé en retour inverse de la lumière, permet de collecter les pinceaux rétrodiffusés par les détails internes de l'objet situés dans le plan de coupe tomographique. Il forme à l'infini une image polychromatique commune de l'ensemble des images monochromatiques de la voie d'éclairage telles que modulées en intensité par les détails (variations locales d'indice de réfraction) de l'objet.
- 20 * La lame séparatrice (24) assure le repliement des faisceaux en direction du collimateur (27) qui reprend l'image polychromatique à l'infini pour la focaliser sur la fente de filtrage spatial (28).
- * Le sous-ensemble de dispersion chromatique angulaire (29) du type spectrographe imageur, dont la fente d'entrée est la fente de filtrage spatial (28), forme dans son plan

25 image une continuité d'images monochromatiques dont l'ensemble constitue une image du plan (x, z) de coupe tomographique de l'objet.
- * Le détecteur photoélectrique matriciel bidimensionnel (30), placé dans le plan image du spectrographe imageur, fournit à l'aide de son électronique de pilotage (31), une image instantanée du plan de coupe éclairé, dont la fréquence de rafraîchissement

30 est définie par les performances intrinsèques du détecteur matriciel bidimensionnel et le bilan photométrique de l'ensemble, y compris les propriétés de rétrodiffusion des détails de l'objet.
- * Des moyens mécaniques (32) de translation de l'objet sous examen selon la direction y perpendiculaire au plan (x, z) de coupe instantané, associés à leur système

35 électronique de contrôle-commande et de synchronisation (33), permettent de balayer séquentiellement tout le volume de l'objet et par là même de réaliser une véritable analyse tridimensionnelle de ses structures et de sa composition.
- 40 * Des moyens électroniques et informatiques (34) permettant d'enregistrer, traiter et visualiser les images instantanées acquises.

la figure 2 représente la reconstitution tridimensionnelle d'un objet type par juxtaposition de plans de coupe successifs parallèles entre eux: une translation de l'objet (35) selon l'axe (y) perpendiculaire au plan (x,z) de coupe tomographique instantané (26) permet d'obtenir un ensemble (36) d'images, qui par juxtaposition permettent d'obtenir une représentation tridimensionnelle (37) de ses structures et de sa composition.

La source lumineuse polychromatique peut être par exemple choisie parmi les sources suivantes, correspondant à différents modes préférés de réalisation de l'invention :

- une source à incandescence,
- 10 • une lampe à Arc donnant un spectre continu et relativement uniforme sur une large bande spectrale, telle qu'une lampe à Arc au Xénon, utilisée en mode flash ou en mode continu,
- une ou plusieurs sources couplées à spectre étroit, de type DEL (Diode Electro-Luminescente), ou diode Super Radiante,
- 15 • un ensemble de faisceaux laser de longueurs d'onde différentes formant une source polychromatique à spectre discontinu.

Pour certaines applications qui ne nécessitent pas de former une image continue selon x du plan de coupe (x, z), mais requièrent une plus grande précision de mesure, on peut avantageusement remplacer la fente d'éclairage (22) par des trous source alignés et disjoints. La fente de filtrage spatial (28) est alors remplacée par des trous de filtrage spatial conjugués des trous source. Ceci permet d'augmenter la résolution d'analyse simultanément suivant les trois directions (x, y, z) grâce à une meilleure efficacité du filtrage spatial réalisé par (28), et ce pour l'ensemble des images monochromatiques des trous d'éclairage (22) formées par l'objectif de projection (25) dans l'espace d'observation (26).

25 Selon un autre mode de réalisation, la fente d'éclairage (22) et son image conjuguée, à savoir la fente de filtrage spatial (28), peuvent être avantageusement remplacées par des réseaux conjugués de N fentes parallèles, non nécessairement équidistantes, permettant d'obtenir simultanément et instantanément N plans de coupe (x, z) parallèles entre eux et correspondant à N valeurs distinctes en y. La dispersion chromatique angulaire réalisée par le spectrographe imageur (29) est adaptée en conséquence afin d'éviter les recouvrements de spectres d'une fente sur les voisines.

35 Selon un autre mode de réalisation, dans le cas d'applications à caractère métrologique nécessitant une plus grande précision de mesure sur un nombre réduit de points, il peut être avantageux de remplacer les réseaux de fentes parallèles décrits ci-dessus par des matrices bidimensionnelles de (N x M) trous (respectivement trous source et trous de filtrage), permettant la numérisation instantanée d'un objet en 3 dimensions, selon un nombre fini de N x M directions de mesure parallèles à l'axe z, avec pour chaque direction une résolution d'analyse accrue selon les trois axes x, y et z par rapport à l'utilisation de réseaux de fentes parallèles.

Selon des modes préférés de réalisation, l'optique à chromatisme axial contrôlé peut être du type optique réfractive (association de lentilles de forme et composition adéquates), ou du type diffractive (lentille holographique), ou formée d'une combinaison des deux technologies.

- 5 Selon un mode préféré de réalisation, l'objectif (25) à chromatisme axial connu peut être doté d'aberrations géométriques contrôlées et connues du type courbure de champ, afin d'adapter la forme des images monochromatiques de la fente source dans l'espace d'observation à des géométries particulières d'objets à examiner.

- 10 Selon un mode préféré de réalisation de l'invention, le sous-ensemble (29) de dispersion chromatique angulaire est du type spectrographe imageur, utilisant un prisme comme élément de dispersion.

Selon un autre mode préféré de réalisation, l'élément dispersif du spectrographe imageur est un réseau de diffraction.

- 15 Dans le cas particulier de l'examen de la surface externe d'objets, le sous-ensemble de dispersion chromatique angulaire (29) équipé du détecteur matriciel (30) peut être remplacé par une caméra ligne sensible à la couleur, placée dans le plan de la fente de filtrage (28) ou dans un plan image de celle-ci. Ceci permet d'examiner qualitativement des objets de structure peu complexe, la couleur en chaque point de l'image étant représentative de la distance de l'élément de surface correspondant par rapport à l'objectif (25)
- 20

- Selon un autre mode de réalisation, dans les cas où la fente d'éclairage (22) et son image conjuguée la fente de filtrage (28) sont remplacées par des réseaux de N fentes ou par des matrices ordonnées de (N x M) trous source et de filtrage spatial, et dans les cas où l'on souhaite seulement effectuer une analyse qualitative de la surface enveloppe extérieure d'objets, il peut être avantageux de remplacer le spectrographe imageur (29) et son détecteur matriciel bidimensionnel (30) par une caméra matricielle bidimensionnelle sensible à la couleur des faisceaux, et placée dans le plan du dispositif de filtrage spatial (réseau de fentes ou matrice de trous), ou dans un plan image de celui-ci. On obtient alors selon (N x M) directions d'observation parallèles à l'axe d'observation une cartographie instantanée de la surface analysée, la couleur de chaque point étant représentative de la distance de ce point à l'optique d'observation (25).
- 25
- 30

Selon un mode préféré de réalisation, le détecteur matriciel bidimensionnel (30) placé dans le plan image du sous-ensemble de dispersion chromatique angulaire (29) peut être remplacé par un film photographique sensible à la couleur.

- 35 Selon un autre mode de réalisation, le détecteur matriciel (30) peut être remplacé par un dispositif optique permettant une observation visuelle directe de l'image.

REVENDECATIONS

1 - Dispositif optoélectronique de tomographie optique en champ coloré destiné à l'acquisition, la visualisation et l'enregistrement d'images instantanées de plans de coupe (x, z) d'objets transparents ou translucides aux longueurs d'onde utilisées, afin d'en étudier la structure interne et/ou la composition, et caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 ♦ une voie d'éclairage permettant d'illuminer l'objet sous examen selon un plan de coupe, et constituée :
 - d'un bloc source incluant une source lumineuse polychromatique et à spectre continu (20), éclairant au moyen d'une optique de focalisation, une fente source (22) placée au foyer d'un collimateur (23) qui en forme une image à l'infini;
- 10 ♦ d'un objectif de projection (25) présentant un chromatisme axial connu et formant un ensemble d'images monochromatiques de la fente source, caractérisées en ce qu'elles sont situées dans un plan (x, z) contenant l'axe optique de l'objectif de projection (25) et définissant une coupe tomographique optique (26) dans l'espace de mesure, chaque image de la fente étant définie par sa longueur d'onde et sa distance de focalisation par rapport à l'objectif (25).
- 15 ♦ Une voie d'observation permettant de recueillir le flux rétrodiffusé par les détails (variations d'indices de réfraction) internes de l'objet situés dans le plan de coupe tomographique illuminé par la voie d'éclairage, et constituée :
 - du même objectif de projection (25) dont le chromatisme axial est connu, utilisé ici en retour inverse de la lumière et formant à l'infini une image polychromatique commune de l'ensemble des images monochromatiques de la voie d'éclairage modulées en intensité par les détails de l'objet,
 - d'une lame séparatrice (24) permettant de dissocier la voie d'observation de la voie d'éclairage,
 - 20 • d'un collimateur (27) reprenant l'image polychromatique à l'infini pour la focaliser sur une fente de filtrage spatial (28).
- 25 ♦ Un sous-ensemble de dispersion chromatique angulaire (29) du type spectrographe imageur, dont la fente d'entrée est la fente de filtrage spatial (28), et qui forme dans son plan image une continuité d'images monochromatiques dont l'ensemble constitue une image du plan (x, z) de coupe tomographique de l'objet.
- 30 ♦ Un détecteur photoélectrique matriciel bidimensionnel (30) placé dans le plan image du spectrographe imageur et délivrant à l'aide de son électronique de pilotage (31) une image instantanée du plan de coupe dont la fréquence de rafraichissement est définie par les performances intrinsèques du détecteur photoélectrique et le bilan photométrique de l'ensemble y compris les propriétés de rétrodiffusion des détails de l'objet sous examen.
- 35 ♦ Des moyens mécaniques (32) de translation de l'objet sous examen selon la direction y perpendiculaire au plan de coupe instantané (x, z), associés à leur système électronique de contrôle-commande de synchronisation (33), et permettant de balayer séquentiellement tout le volume de l'objet et par là même de
- 40

réaliser une véritable analyse tridimensionnelle volumique de ses structures internes et de sa composition.

- ♦ Des moyens électroniques et informatiques (34) d'enregistrement, de traitement et de visualisation des images instantanées acquises.

- 5 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source lumineuse polychromatique et à spectre continu est réalisée par couplage optique de plusieurs sources élémentaires à spectre étroit.
- 3 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source lumineuse polychromatique a un spectre discontinu de raies fines parfaitement identifiées
- 10 permettant un codage en z de l'espace de mesure en tranches successives.
- 4 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fente d'éclairage est remplacée par des trous source alignés et disjoints, la fente de filtrage étant elle aussi remplacée par des trous de filtrage spatial conjugués optique des trous source.
- 5 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fente d'éclairage et son
- 15 image conjuguée la fente de filtrage spatial sont remplacées par des réseaux conjugués de N fentes parallèles non nécessairement équidistantes, permettant d'obtenir simultanément et instantanément N plans de coupe (x, z) parallèles entre eux et correspondant à N valeurs distinctes en y.
- 6 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fente d'éclairage et son
- 20 image conjuguée la fente de filtrage spatial sont remplacées par des matrices de (N x M) trous (respectivement trous source et trous de filtrage spatial) permettant la numérisation simultanée d'un objet selon un nombre fini de (N x M) directions de mesure parallèles à l'axe z.
- 7 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'objectif de projection
- 25 (25) à chromatisme axial contrôlé peut être du type optique diffractive permettant ainsi d'accroître considérablement la profondeur du champ de mesure en z.
- 8 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'objectif de projection à
- 30 chromatisme axial connu (25) est doté d'aberrations géométriques connues du type courbure de champ, afin d'adapter la forme des images monochromatiques de la fente source dans l'espace de mesure à des géométries particulières d'objets à examiner.
- 9 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le sous-ensemble de
- dispersion chromatique angulaire (29) équipé du détecteur matriciel (30) est remplacé
- par une caméra ligne sensible à la couleur permettant un examen qualitatif à faible coût
- d'objets de structure peu complexe.
- 35 10 - Dispositif selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé en ce que le sous-ensemble de dispersion chromatique (29) équipé du détecteur matriciel (30) est remplacé par une caméra matricielle bidimensionnelle sensible à la couleur.

- 11 - Dispositif selon les revendications 1, 9 et 10, caractérisé en ce que le détecteur, caméra ligne ou détecteur matriciel bidimensionnel, est remplacé par un film photographique sensible à la couleur.
- 5 12 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 4, 5, 6, 9, 10, 11, caractérisé en ce que le sous-ensemble de dispersion chromatique et/ou détecteur matriciel photoélectrique ou photographique sont/est remplacés par un dispositif optique permettant une observation visuelle directe de l'image.
- 10 13 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le balayage complet de l'objet est réalisé au moyen d'éléments optomécaniques du type miroir galvanométrique, ou optoélectroniques du type déflecteur acousto-optique, placés dans la partie commune des voies d'éclairage et d'observation entre la lame séparatrice (24) et l'objectif de projection (25).

1/2

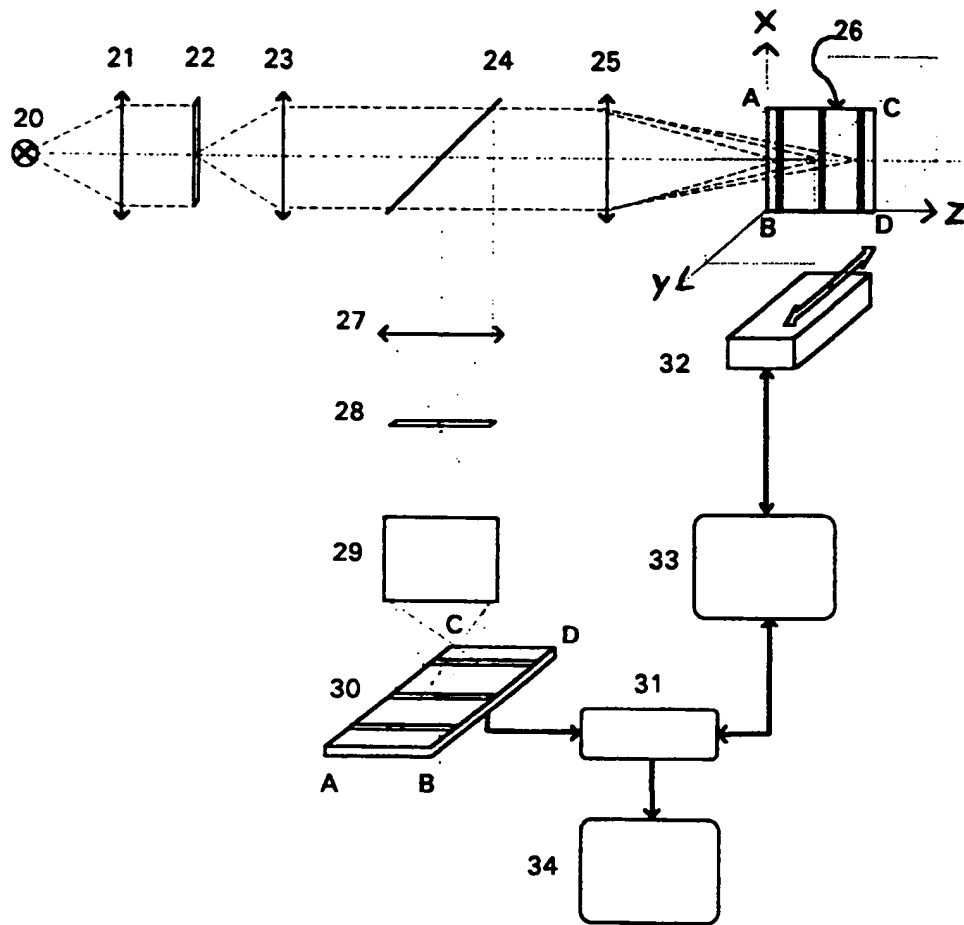


Figure 1

2/2

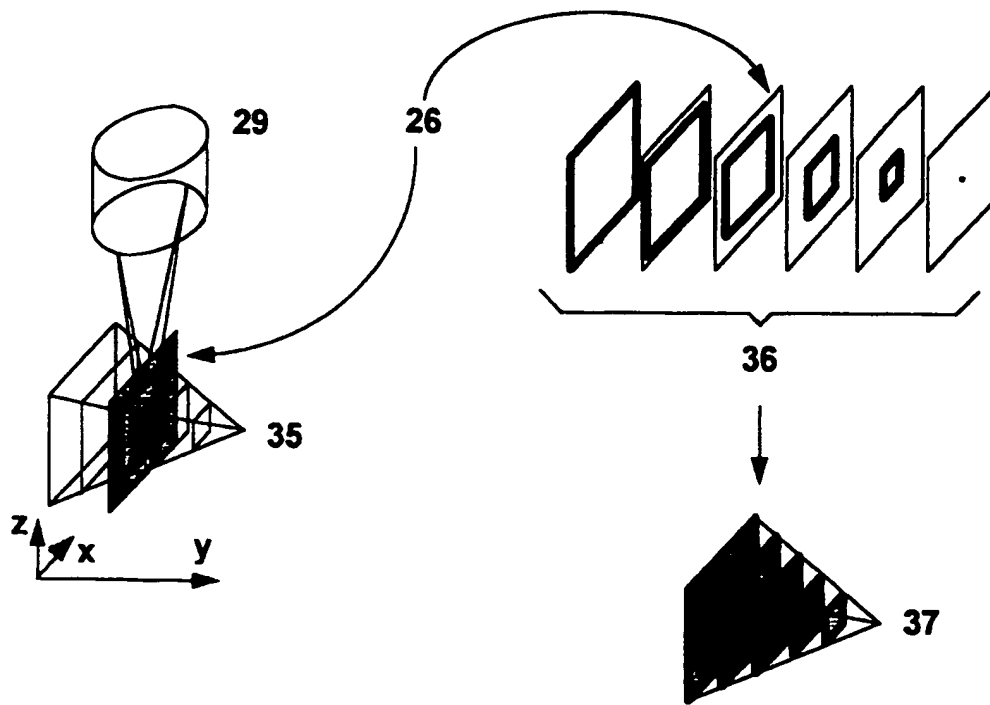


Figure 2

INSTITUT NATIONAL

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

de la

PROPRIETE INDUSTRIELLE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 496991

FR 9402489

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	THE JOURNAL OF SCANNING MICROSCOPY, vol.14, no.3, 1992, MAHWAH,US pages 145 - 153 M.A.BROWNE ET AL. 'Confocal Surface Profiling Utilizing Chromatic Aberration' * le document en entier * ---	1-12	
X	EP-A-0 327 425 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 9 Août 1989 * le document en entier * ---	1-12	
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.53, no.8, 22 Août 1988, NEW YORK US pages 716 - 718 G.Q.XIAO ET AL. 'Real-time confocal scanning optical microscope' * page 717, colonne de droite, dernier alinéa ; figure 3 * ---	1	
A	WO-A-88 10406 (BATTELLE-INSTITUT E.V.) 29 Décembre 1988 * le document en entier * ---	1,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
A	WO-A-92 01965 (W. WIJNAENDTS-VAN-RESANDT) 6 Février 1992 * le document en entier * ---	1,10	G02B G01B
A	APPLIED OPTICS., vol.33, no.4, 1 Février 1994, NEW YORK US pages 567 - 572 H.J.TIZIANI ET AL. 'Three-dimensional analysis by a microlens-array confocal arrangement' * abrégé; figure 4 * ---	5,6	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 Novembre 1994		Scheu, M	
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>Δ : membre de la même famille, document correspondant</p>			

2

EPO FORM 1503 01.82 (P04C15)

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 496991
FR 9402489

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	OPTICS LETTERS, vol.18, no.8, 15 Avril 1993, WASHINGTON US pages 565 - 567 A.F.GMITRO ET AL. 'Confocal microscopy through a fiber-optic imaging bundle' * figure 1 *	5,6
T	APPLIED OPTICS., vol.33, no.10, 1 Avril 1994, NEW YORK US pages 1838 - 1843 H.J.TIZIANI ET AL. 'Three-dimensional image sensing by chromatic confocal microscopy'	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
4 Novembre 1994		Scheu, M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1003 (04.92) (P.O.C.U.)